

**INVESTIGASI SIFAT ASPAL RAP (*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT*)
ARTIFISIAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FILLER**

Tugas Akhir

Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S-1

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta



disusun oleh :

DICKY LUQMANA

NIM : D 100 110 075

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

LEMBAR PENGESAHAN
INVESTIGASI SIFAT ASPAL RAP (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT)
ARTIFISIAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FILLER

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran

Tugas Akhir dihadapan dewan penguji

Pada tanggal : 23 Desember 2016

disusun oleh :

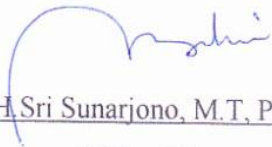
DICKY LUQMANA

NIM : D 100 110 075

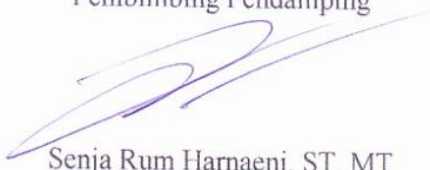
Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Ir. H. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D

NIK : 682


Senja Rum Harnaeni, ST, MT

NIK : 795

Anggota


Ir. H. Agus Riyanto, M.T

NIK : 483


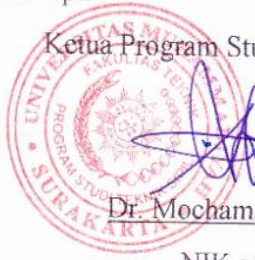
Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memenuhi derajat
S-1 Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. H. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D
NIK : 682



Dr. Mochamad Solikin
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dicky Luqmana
NIM : D 100 110 075
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Investigasi Sifat Aspal *RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)* Menggunakan Bahan Tambah Filler

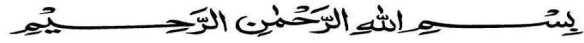
Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya cantumkan sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang telah dibuat.

Surakarta,
Yang menyatakan,



(Dicky Luqmana)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“INVESTIGASI SIFAT ASPAL RAP (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT) ARTIFISIAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FILLER”**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Ir.H.Sri Sunarjono, M.T, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Dr. Mochamad Solikin selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 3) Bapak Ir.H.Sri Sunarjono, M.T, Ph.D selaku pembimbing utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang bermanfaat bagi penyusun.
- 4) Ibu Senja Rum Harnaeni, ST, MT selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang bermanfaat bagi penyusun.
- 5) Bapak Ir. H. Agus Riyanto, M.T selaku penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang bermanfaat dalam bagi penyusun.
- 6) Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 7) Jajaran staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu bagi kelancaran Tugas Akhir ini.
- 8) Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberikan do'a dan dorongan baik material maupun spiritual, maaf jika selama ini sering mengecewakan.

- 9) Jaya, Ragil, Mada, Iis, Nadia, Isyak, Andri, Jodi dan Erwin yang sudah mau repot-repot membantu dalam segala hal mulai dari awal, persiapan seminar, dan sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini untuk menyelesaikan jenjang S-1 ini.
- 10) Semua teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2011 serta dulur-dulur PSHT 1922 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir baik dorongan semangat, bantuan dalam praktikum maupun do'a hingga terselesaikannya jenjang S-1 ini.
- 11) Ruly dan teman-teman kos yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah menemani, memberikan semangat, serta tidak jarang mengganggu dan selalu memberi hiburan.
- 12) Semua pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Aamiin*

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta,

Penyusun

MOTTO

*Karena itu, ingatlah kamu kepada-Ku niscaya Aku ingat (pula) kepadamu, dan bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu mengingkari (nikmat)-Ku.
(QS. Al-Baqarah : 152)*

*Kebenaran tidak akan membuatmu mendapatkan banyak teman, tetapi kebenaran akan membuatmu mendapatkan teman yang tepat.
(H.R Bukhori-Muslim)*

*Keluargamu adalah alasan bagi kerja kerasmu, maka janganlah sampai engkau menelantarkan mereka karena kerja kerasmu.
(Mario Teguh)*

*Satu langkah akan menghasilkan hasil nyata dari pada sejuta angan-angan belaka.
(Dicky Luqmana)*

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk :

- ❖ Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
- ❖ Bapak dan Ibu tercinta terima kasih atas pengorbanan kalian dalam mendidik saya dengan penuh kasih sayang dan keikhlasan. Terima kasih pula telah menyemangati, mendukung, membiayai, mendo'akan serta memberikan perhatian demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- ❖ Agama, bangsa, negara serta almamater dan semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
ABSTRAKSI	xvii
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	2
F. Keaslian Penelitian	3
G. Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Aspal	5
B. Pengertian <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i>	6
C. Aspal <i>RAP Artifisial</i>	6

D. Bahan Tambah Filler	7
1. Semen portland	8
2. Kapur	10
3. <i>Fly ash</i>	12
4. Batubara	13
E. Penelitian Sejenis	17

BAB III LANDASAN TEORI

A. Penuaan Aspal	19
B. Investigasi Karakteristik Sifat Aspal RAP Artifisial	20
C. Pengaruh Filler Terhadap Stabilitas Aspal	20
D. Pemeriksaan Sifat Aspal dan Agregat Pada RAP Artifisial	22
1. Pemeriksaan aspal	22
a. Pemeriksaan penetrasi	22
b. Pemeriksaan berat jenis aspal	22
c. Pemeriksaan titik lembek aspal	22
d. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar	22
e. Pemeriksaan daktilitas aspal	23
2. Pemeriksaan agregat	23
a. Pemeriksaan kelekatan aspal	23
3. Indeks penetrasi	23
4. Prediksi <i>stiffness</i>	23
5. Kehilangan berat akibat panas	25

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Umum	27
B. Lokasi Penelitian	27
C. Bahan dan Material	27
D. Peralatan Penelitian	27
E. Tahapan Penelitian	27
F. Bagan Alir Penelitian	29

G. Rencana Benda Uji	30
H. Pelaksanaan Pengujian	30
1. Pengujian penetrasi aspal	30
2. Pengujian titik lembek aspal	33
3. Pengujian titik nyala dan titik bakar	35
4. Pengujian daktilitas	36
5. Pengujian berat jenis aspal	38
6. Pengujian kelekatan aspal terhadap agregat	41
7. Pengujian kehilangan berat akibat panas	42

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Aspal <i>RAP (Reclaimed Asphalt Pavement)</i> Artifisial.....	43
B. Karakteristik Aspal <i>RAP Artifisial</i> distabilisasi Bahan Tambah	44
1. Pengujian penetrasi (SNI 06-2456-1991	45
2. Pengujian titik lembek aspal (SNI-06-2434-1991)	47
3. Pengujian titik nyala dan titik bakar (SNI-06-2432-1991) ..	48
4. Pengujian daktilitas aspal (SNI-06-2432-1991)	50
5. Pengujian kelekatan aspal (SNI 03-2439-1991)	51
6. Pengujian berat jenis aspal (SNI 1969:2008)	52
7. Kehilangan berat akibat panas (SNI-06-2440-1991)	53
8. Penetrasi indek	54
9. Prediksi <i>stiffness</i> (nilai kekakuan aspal)	55

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN	60
B. SARAN	61

PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persamaan dan perbedaan dengan penelitian sebelumnya	4
Tabel II.1. Ketentuan-ketentuan aspal keras	5
Tabel IV.1 Rencana Benda Uji	30
Tabel V.1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Penetrasi 60/70 dan Karakteristik Aspal <i>RAP Artifisial</i>	43
Tabel V.2 Hasil Pengujian Karakteristik Pada Aspal <i>RAP Artifisial</i>	44
Tabel V.3 Nilai Karakteristik Aspal <i>RAP Artifisial</i> distabilisasi Bahan Tambah.....	45
Tabel V.4 Hasil Pemeriksaan Penetrasi Aspal	46
Tabel V.5 Hasil Pemeriksaan Titik Lembek Aspal	47
Tabel V.6 Hasil Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar	48
Tabel V.7 Hasil Pemeriksaan Daktilitas	50
Tabel V.8 Hasil Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat Baru	51
Tabel V.9 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis pada Aspal	52
Tabel V.10 Hasil Pemeriksaan Kehilangan Berat Akibat Panas pada Aspal	53
Tabel V.11 Hasil Penetrasi Indek	55
Tabel V.12 Hasil prediksi <i>stiffnes</i> (Nilai Kekakuan Aspal)	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Bentuk Partikel Semen Portland	10
Gambar II.2. Bentuk Partikel Kapur	11
Gambar II.3. Bentuk Partikel <i>Fly Ash</i>	12
Gambar II.4. Bentuk Partikel Batubara	14
Gambar III.1 Hubungan Penetrasi Aspal dengan Kadar Penambahan <i>Filler</i>	21
Gambar III.2 Hubungan Titik Lembek Aspal dengan Kadar Penambahan <i>Filler</i>	21
Gambar III.3 Stiffness Nomograph Van der Poel	24
Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar IV.2 1 Set Alat Uji Penetrasi Aspal	33
Gambar IV.3 1 Set Alat Uji Titik Lembek Aspal	35
Gambar IV.4 1 Set Alat Uji Titik Nyala dan Titik Bakar	36
Gambar IV.5 1 Set Alat Uji Daktilitas	38
Gambar IV.6 1 Set Alat Uji Berat Jenis Aspal	41
Gambar IV.7 1 Set Alat Uji Kelekatan Aspal terhadap Agregat	42
Gambar IV.8 1 Set Alat Uji Kehilangan Berat	42
Gambar V.1 Hubungan Penetrasi dengan Kadar Bahan Tambah	46
Gambar V.2 Hubungan Titik Lembek dengan Kadar Bahan Tambah	47
Gambar V.3 Hubungan Titik Nyala dengan Kadar Bahan Tambah	49
Gambar V.4 Hubungan Titik Bakar dengan Kadar Bahan Tambah	49
Gambar V.5 Hubungan Daktilitas dengan Kadar Bahan Tambah	50

Gambar V.6 Hubungan Kelekatan Aspal dengan Bahan Tambah	52
Gambar V.7 Hubungan Berat Jenis dengan Kadar Bahan Tambah	53
Gambar V.8 Hubungan Kehilangan Berat dengan Kadar Bahan Tambah ..	54
Gambar V.9 Hubungan Penetrasi Indeks dengan Kadar Bahan Tambah ...	55
Gambar V.10 Grafik Hubungan <i>Stiffness Bitumen</i> Pada Suhu 20 ⁰ dengan Kadar Bahan Tambah	58
Gambar V.11 Grafik Hubungan <i>Stiffness Bitumen</i> Pada Suhu 40 ⁰ dengan Kadar Bahan Tambah	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

Lampiran 1.1 Pengamatan Titik Nyala dan Titik Bakar

Lampiran 2

Lampiran 2.1 Berat Jenis Aspal RAP Artifisial

Lampiran 2.2 Berat Jenis Aspal RAP Artifisial + Semen

Lampiran 2.3 Berat Jenis Aspal RAP Artifisial + Kapur

Lampiran 2.4 Berat Jenis Aspal RAP Artifisial + Fly ash

Lampiran 2.5 Berat Jenis Aspal RAP Artifisial + Batubara

Lampiran 3

Lampiran 3.1 Penetrasi Aspal RAP Artifisial

Lampiran 3.2 Penetrasi Aspal RAP Artifisial + Semen

Lampiran 3.3 Penetrasi Aspal RAP Artifisial + Kapur

Lampiran 3.4 Penetrasi Aspal RAP Artifisial + Fly Ash

Lampiran 3.5 Penetrasi Aspal RAP Artifisial + Batubara

Lampiran 4

Lampiran 4.1 Kelekatan Aspal RAP Artifisial

Lampiran 4.2 Kelekatan Aspal RAP Artifisial + Semen

Lampiran 4.3 Kelekatan Aspal RAP Artifisial + Kapur

Lampiran 4.4 Kelekatan Aspal RAP Artifisial + Fly Ash

Lampiran 4.5 Kelekatan Aspal RAP Artifisial + Batubara

Lampiran 5

Lampiran 5.1 Titik Lembek Aspal RAP Artifisial

Lampiran 5.2 Titik Lembek Aspal RAP Artifisial + Semen

Lampiran 5.3 Titik Lembek Aspal RAP Artifisial + Kapur

Lampiran 5.4 Titik Lembek Aspal RAP Artifisial + Fly Ash

Lampiran 5.5 Titik Lembek Aspal RAP Artifisial + Batubara

Lampiran 6

Lampiran 6.1 Daktilitas Aspal

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	= Kadar aspal terhadap total agregat (%)
A	= Berat benda uji sebelum dioven (gram)
ACI	= American Concrete Institute
ASTM	= American Society for Testing and Materials
B	= Berat benda uji setelah dioven (gram)
C	= Berat total aspal (gram)
CWD	= Ceramic Waste Dust
CFA	= Coal Fly Ash
cm	= Centimeter
gr	= Gram
h_{asp}	= Tebal lapis beraspal (mm)
Kg	= Kilogram
LST	= Lime Stone
LTOA	= Long Term Oven Aging
Mpa	= Mega Pascal
mm	= Milimeter
Pa	= Kadar aspal, % terhadap berat agregat
PI	= Indek Penetrasi
$PI^{(R)}$	= Penetrasi indek setelah pemulihan
$P^{(1)}$	= Penetrasi aspal awal (0,1mm)
RAP	= Reclaimed Asphalt Pavement
Sb	= Kekakuan aspal (Mpa)
SSD	= Steel Slag Dust
$T^{(R)}RB$	= Titik lembek setelah pemulihan (°C)
Tasp	= Temperatur lapis beraspal (°C)
t1	= Waktu pembebanan (detik)
V	= Kecepatan kendaraan (km/jam)
°C	= Derajat Celcius

INVESTIGASI SIFAT ASPAL *RAP* (*RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT*) ARTIFISIAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH FILLER

DICKY LUQMANA

(D100 110 075)

ABSTRAKSI

RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) umumnya digunakan untuk bahan perkerasan dengan metode pencampuran dingin. Namun penggunaan *RAP* sebagai bahan perkerasan memiliki kendala dalam hal kualitas. Penambahan *filler* pada campuran dingin dapat meningkatkan kepadatan campuran dan pengaruh air dapat berkurang karena adanya ikatan antara partikel *filler* dengan bitumen tergantung jenis *filler* yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aspal *RAP* dan pengaruh penambahan *filler* terhadap karakteristik aspal *RAP* tersebut.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium hingga didapat hasil yang sesuai. Penelitian meliputi pembuatan benda uji aspal *RAP* artifisial yaitu aspal baru yang dituangkan dengan cara di oven dengan suhu 85° selama ± 5 hari, kemudian aspal *RAP* artifisial ditambah *filler* semen, kapur, *fly ash* dan batubara dengan kadar penambahan 2%, 4% dan 6% terhadap berat aspal. Selanjutnya dilakukan pengujian penetrasi, titik lembek, daktilitas, titik nyala & titik bakar, kelekatan aspal terhadap agregat, berat jenis dan kehilangan berat akibat panas. Kemudian dilakukan analisis data hingga diperoleh nilai indeks penetrasi dan kekakuan aspal (*stiffness*).

Berdasarkan hasil penelitian sifat aspal *RAP* artifisial menggunakan bahan tambah *filler*, dengan penambahan *filler* dapat membuat aspal *RAP* artifisial menjadi lebih lunak dan kepekaan aspal terhadap perubahan suhu juga meningkat. Aspal *RAP* artifisial mempunyai nilai penetrasi 32,4 (0,1 mm), sedangkan dengan penambahan *filler* semen 2% memiliki nilai penetrasi = 33 (0,1 mm), 4% = 33,7 (0,1 mm), 6% = 37,2 (0,1 mm), dengan penambahan *fly ash* 2% = 35,9 (0,1 mm), 4% = 38,8 (0,1 mm), 6% = 39,6 (0,1 mm), dengan penambahan kapur 2% = 34 (0,1 mm), 4% = 36,2 (0,1 mm), 6% = 38,4 (0,1 mm), serta dengan penambahan *filler* batubara 2% = 33 (0,1 mm), 4% = 33,9 (0,1 mm) dan 6% = 36,5 (0,1 mm).

Kata kunci : *Aspal RAP artifisial, bahan tambah, semen, kapur, fly ash, batubara.*

INVESTIGATION NATURE OF ASPHALT RAP (RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT) ARTIFICIALLY USING MATERIAL ADDED FILLER

DICKY LUQMANA

(D100 110 075)

ABSTRACT

RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) is generally used for pavement material with cold mixing methods. However, the use of RAP as pavement material has disadvantages in terms of quality. The addition of filler to the cold mix can increase the strength and the influence of water can be reduced because of the bond between the filler particles with bitumen depending on the type of filler used. This study aims to investigate the characteristics of asphalt RAP and the effect of adding filler to the characteristics of the asphalt RAP.

This study used an experimental method conducted in the laboratory to obtain the appropriate results. Research includes the manufacture of test specimens of asphalt RAP artificially is new asphalt elder manner in oven at 85⁰ for ± 5 days, then asphalt RAP artificially plus filler cement, lime, fly ash and coal with high levels of addition of 2%, 4% and 6% the weight of the asphalt. Further testing penetration, softening point, ductility, flash point and burning point, viscosity of bitumen to aggregate, density and weight loss due to heat. Data analysis was then performed to obtain the index value and the penetration bitumen stiffness.

Based on the research results using the artificial nature of the RAP asphalt filler material added, with the addition of filler can create artificially RAP asphalt becomes softer and asphalt sensitivity to temperature changes also increases. Asphalt artificially RAP has a value of penetration of 32.4 (0.1 mm), whereas with the addition of 2% cement filler has a value of penetration = 33 (0.1 mm), 4% = 33.7 (0.1 mm), 6% = 37.2 (0.1 mm), with the addition of fly ash 2% = 35.9 (0.1 mm), 4% = 38.8 (0.1 mm), 6% = 39.6 (0.1 mm), with the addition of lime 2% = 34 (0.1 mm), 4% = 36.2 (0.1 mm), 6% = 38.4 (0.1 mm), and with the addition of coal filler 2 % = 33 (0.1 mm), 4% = 33.9 (0.1 mm) and 6% = 36.5 (0.1 mm).

Keywords: *Asphalt RAP artificially, the added material, cement, lime, fly ash, coal.*